

補助事業番号 2020M-182  
 補助事業名 2020年度能動的に喀痰を狙う自動気管内吸引システムの開発補助事業  
 補助事業者名 北海道大学大学院保健科学研究院 コリー紀代

## 1 研究の概要

2025年、団塊の世代が75歳以上の後期高齢者となり、国民の3人に1人が65歳以上となる超高齢化社会が迫っている。医療費・社会保障費の急増が懸念される中、厚生労働省による看護職員の需給推計(図1)によると、2025年には最少で約7万人不足する。将来、加速度的に増加する要介護者に対し、ケアを提供できる人員が確保できないことが確実視されている。

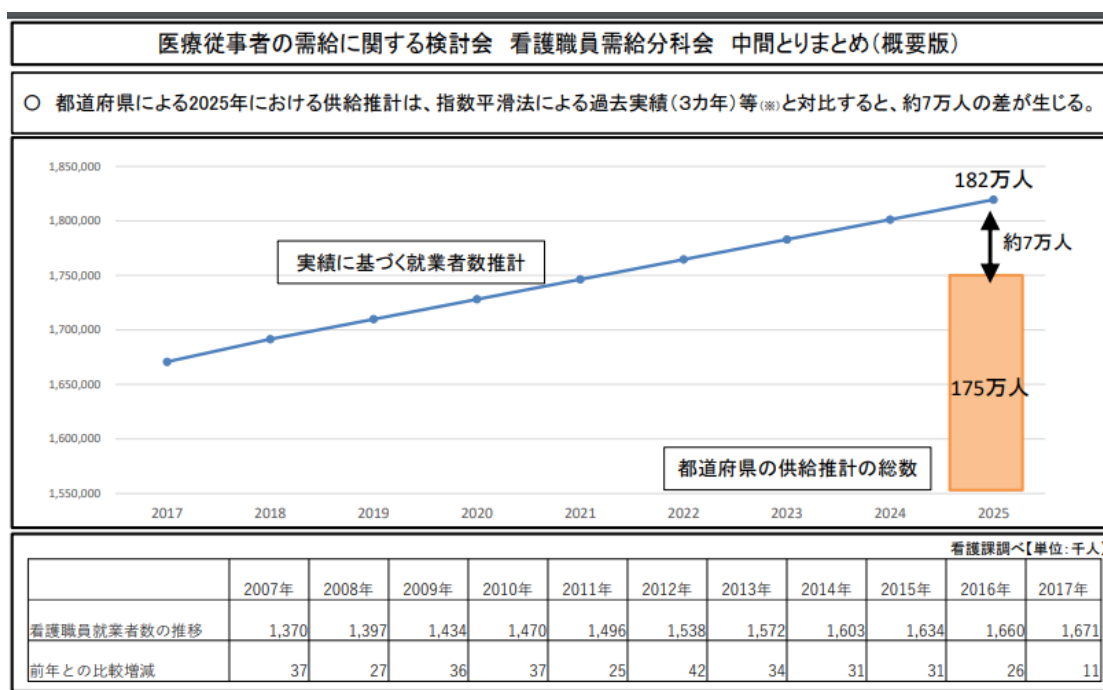


図1 医療従事者の需給に関する検討会 看護職員需給分科会 (厚生労働省)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10805000/000567573.pdf>

他方、高齢化率の上昇により、死因順位に変化が表れている。「誤嚥性肺炎」は、2017年より死因順位に用いる分類項目に追加され、「肺炎」から「誤嚥性肺炎」を独立して集計するようになった。これは誤嚥性肺炎による死亡が増えたためで、「誤嚥性肺炎」単独で死因の第7位であったが、令和2年度には6位に上昇しており、今後もさらに増えることが見込まれている(図2)。

表1 厚生労働省：性別にみた死因順位別死亡数・死亡率（人口10万対）

死 因	令和2年(2020)						令和元年(2019)					
	死因 順位	総 数		死因 順位	男		死因 順位	女		死因 順位	総 数	
		死亡数(人)	死亡率		死亡数(人)	死亡率		死亡数(人)	死亡率		死亡数(人)	死亡率
全 死 因		1 372 648	1 113.7		706 750	1 179.2		665 898	1 051.7		1 381 093	1 116.2
悪性新生物（腫瘍）	(1)	378 356	307.0	(1)	220 965	368.7	(1)	157 391	248.6	(1)	376 425	304.2
心 疾 患 （高血圧性を除く）	(2)	205 518	166.7	(2)	99 247	165.6	(2)	106 271	167.8	(2)	207 714	167.9
老 衰	(3)	132 435	107.5	(5)	35 777	59.7	(3)	96 658	152.7	(3)	121 863	98.5
脳 血 管 疾 患	(4)	102 956	83.5	(3)	50 376	84.0	(4)	52 580	83.0	(4)	106 552	86.1
肺 炎	(5)	78 445	63.6	(4)	44 898	74.9	(5)	33 547	53.0	(5)	95 518	77.2
誤 嚥 性 肺 炎	(6)	42 746	34.7	(6)	25 081	41.8	(6)	17 665	27.9	(6)	40 385	32.6
不 慮 の 事 故	(7)	38 069	30.9	(7)	21 905	36.5	(7)	16 164	25.5	(7)	39 184	31.7
腎 不 全	(8)	26 946	21.9	(8)	13 960	23.3	(10)	12 986	20.5	(8)	26 644	21.5
アルツハイマー病	(9)	20 852	16.9	(16)	7 244	12.1	(8)	13 608	21.5	(10)	20 730	16.8
血管性及び詳細不明の 認 症	(10)	20 811	16.9	(15)	7 644	12.8	(9)	13 167	20.8	(9)	21 394	17.3

注：1) 男の9位は「自殺」で死亡数は13 576、死亡率は22.7。10位は「慢性閉塞性肺疾患(COPD)」で死亡数は13 466、死亡率は22.5である。  
 2) 「結核」は死亡数が1 909、死亡率は1.5である。  
 3) 「熱中症」は死亡数が1 515、死亡率は1.2である。  
 4) 「新型コロナウイルス感染症」は死亡数が3 466、死亡率は2.8である。

本研究では、24時間の見守りが必要な気管切開患者・人工呼吸器装着児（者）等の誤嚥性肺炎リスクが高いポピュレーションに対するアプローチのひとつとして、自動気管内吸引システムを提案する。夜間の気管内吸引と褥瘡（床ずれ）予防/体位ドレナージのための数時間毎の体位変換は、ケア提供者の睡眠不足の一因となっている。電動ベッドによる患者の体位変換による気管内の痰の移動、熟練看護師の手技を模したカテーテルの操作、体位ドレナージによるカテーテル先端が届く範囲への痰の位置移動など、暗黙知として実施者の手で実施されてきた従来手技を統合・自動化することで肺胞換気量への影響を最小化し、患者・実施者双方にとって安全に気道クリアランスを維持する新しい方法を提案する。

## 2 研究の目的と背景

### 3 研究内容

<https://researchers.general.hokudai.ac.jp/profile/ja.31a5094f605f06cb520e17560c007669.html>

#### (1) 能動的に喀痰を狙う自動気管内吸引システムの開発(URL(準備中))

本研究においては、

- ①可動ベッドによる自動体位変換と喀痰位置操作に関する研究
- ②カテーテル挿入の自動制御による気管内走査に関する研究
- ③超音波エコーによる痰の位置の推定に関する研究
- ④閉鎖式気管内吸引による人工呼吸器モニタ変化
- ⑤自動吸痰に関する文献レビュー

を実施した。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

①においては、電動ベッド床面設置された3軸加速度センサにより、ギャッジアップや左右の傾斜角度が計測可能となり、体位ドレナージにおける患者体格と傾斜角度の関連性など、熟練看護師の技を客観的に評価する研究の実施が可能となった。誤嚥性肺炎患者のケアとして有用とされている体位ドレナージに関しては、喀痰の粘度や人工呼吸器による気流、患者の気道径など、様々な因子が関与すると考えられるが、エビデンスレベルがエキスパートによる推奨レベルとなっている。今回、ベッド傾斜が量的に計測可能となったことにより、今後の研究方法の幅の広がりとして一般化可能な信頼性の高いエビデンス構築が期待される。また、気管模型における痰の流動実験結果も、喀痰の粘度と体位ドレナージ時間の指標として有用である。より安全な吸引の実施のため、気道内の喀痰と量・粘度を測定する方法の検討が今後の課題と思われる。②に関しては、カテーテルによる腕頭動脈損傷リスクを完全に排除する必要がある。今後は、患者体位（喀痰貯留位置）とカテーテル先端の位置関係にも配慮し、試作品製作を繰り返すことで、薬機法承認を目指した開発が可能となると考えられる。③においては、体表に複数装着してセンサアレイを構成し、その聴診（音声）データから肺音異常の検出（吸痰の必要性の判定）と痰の位置推定を行う技術を開発した。今後、センサアレイの全音源を同時に分析し、異常音（肺雑音）発生部位より気道内の喀痰貯留部位を推定し、貯留部位にカテーテル先端を安全に到達させる機構として改良を続ける必要がある。

以上のカテーテル自動制御機構の開発と並行し、人工呼吸器稼働中の自動吸引による影響を測定するため、④として閉鎖式気管内吸引による人工呼吸器モニタ変化を測定した。結果、閉鎖式気管内吸引のメリットとされていた肺胞虚脱のリスク低下が疑わしいことが示された。本研究において、閉鎖式気管内吸引を採用した理由が「肺胞虚脱リスクが少ない」という特徴であったため、今後、吸引方法自体に関する継続研究が必要となった。⑤の自動吸痰の先行研究調査において、類似特許の限界が明らかとなったため、今後は、図14に人工呼吸器モニタ項目を加味したより安全性の高い自動吸引開始に関するアルゴリズムを作成するなど、患者の出血傾向などの病態に合わせた安全機構について検討可能な段階に至ったと考えられる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

代表者は、北海道大学大学院保健科学研究院の助教であり、長らく医療的ケア（喀痰吸引・経管栄養・人工呼吸器）必要児とその家族の支援について教育・研究を続けてきた。その中で、家族の付き添いがなければ特別支援学校に受け入れてもらえない生徒の存在や、在宅で24時間ケアを続ける母親の負担が明らかとなり、ケア負担解消のための何らかの方策の必要性を強く感じていた。今回、補助事業の機会をいただき、自動気管内吸引システムの北

海道大学情報科学研究所の小水内助教との共同開発が可能となったことで、看護師を増やす以外のケアへのアクセシビリティ向上に一筋の光明が差したと感じている。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- 1) ROBOMECH2022（ロボティクス・メカトロニクス講演会：6/1-4@札幌）にて、「自動気管内吸引を支援するための自動体位変換システム」を発表予定  
<https://robomech.org/2022/>
- 2) 第54回日本医学教育学会(8/4-6@群馬)にて、「4種の人工呼吸器モードにおける閉鎖式気管内吸引の吸引圧と吸引時間による影響」について発表予定  
<https://www2.aeplan.co.jp/jsme54/>
- 3) LIFE2022（第21回日本生活支援工学会・日本機械学会福祉工学シンポジウム2022・第37回ライフサポート学会：8/19-22@札幌）にて「自動気管内吸引システムのための吸引カテーテル自動挿抜機構」として発表予定  
<https://life2022.secand.net/>

#### 7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの  
現在、公表できる成果物はないが、後日URLを準備する。
- (2) (1) 以外で当事業において作成したもの  
なし。

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 北海道大学大学院保健科学研究所  
(ホッカイドウダイガクダイガクイン ホケンカガクケンキュウイン)

住 所： 〒060-0812  
札幌市北区北12条西5丁目

担 当 者： 助教 コリー紀代 (コリーノリヨ)

担 当 部 署： 創成看護学分野 (ソウセイカンゴガクブンヤ)

E - m a i l： noriyo@med.hokudai.ac.jp

U R L： <https://www.hs.hokudai.ac.jp/archives/staff/1654/>  
<https://researchers.general.hokudai.ac.jp/profile/ja.31a5094f605f06cb520e17560c007669.html>